

### 熊本地震で被災した連続曲線高架橋の非線形地震応答解析

山口大学 学生会員 ○益田 諒大

山口大学 正会員 渡邊 学歩

熊本大学 正会員 葛西 昭

(株) 共同技術コンサルタント 正会員 松永 昭吾

#### 1. はじめに

2016年4月に発生した熊本地震では、橋梁構造物を含む多くの社会基盤施設に大きな被害が生じた。震源断層に近い西原村に位置する大切畑大橋では、上部構造を支持するゴム支承の破断によって、上部構造が谷側に側方変移し、落下寸前となる被害が生じた。兵庫県南部地震を契機に大幅に改訂された耐震設計基準（地震時保有水平耐力法）に基づいて設計された橋梁が、断層近傍地震の作用によって致命的な被害が生じたという事実は、橋梁構造物の耐震設計技術者に大きな衝撃を与えた。本研究では、地震応答解析を通じて連続曲線高架橋の地震時挙動および破壊メカニズムの推定を行う。



図-1 熊本地震における起因断層と被害

#### 2. 対象橋梁構造物

図-1には熊本地震における震源断層とその被害を示す。日奈久断層および布田川断層が右横ずれ断層となり強震動を生じており<sup>1)</sup>、橋梁構造物の被害は、この断層と平走する県道28号線上で大切畑大橋を含む、多くの橋梁構造物に被害が生じている。

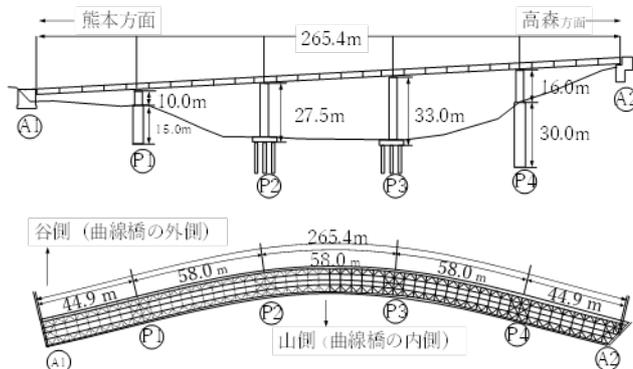


図-2 大切畑大橋の一般図

図-2には、大切畑大橋の構造一般図を示す。本橋は橋長が265mの5径間連続非合成鋼桁橋である。

橋長が200mを超える大型の曲線橋（特殊橋梁）であるが、兵庫県南部地震後に改訂された平成8年の道示に基づいて耐震性照査が行われている。上部構造が曲線桁であり、高森方面側のA2橋台で斜角が65度となっている。また、水平力分散形式の橋梁構造で、上部構造はゴム支承（非免震支承）で支持されているが、強震動の作用によって、ほぼ全てのゴム支承が破断した。図-3には、ゴム支承の構造を示すが、積層型ゴム支承が採用されている。

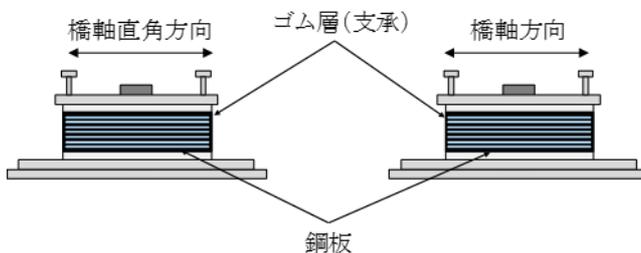


図-3 積層ゴム支承の構造

#### 3. 解析のモデル化と入力地震動

上部構造は床版をシェル要素、主桁をファイバー要素、

支承部をばね要素でモデル化した。また、下部構造はファイバー要素で、地盤と基礎の相互作用をばねでモデル化した。橋脚および支承の塑性化を考慮すべきである

キーワード 連続曲線高架橋, 2016 熊本地震, 非線形応答解析, 積層ゴム支承

連絡先 〒755-0097 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部 TEL : [0836-85-9005](tel:0836-85-9005)

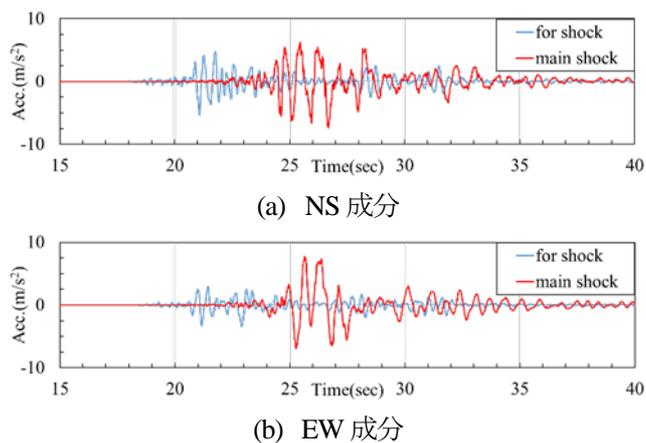


図-4 入力地震動の水平加速度

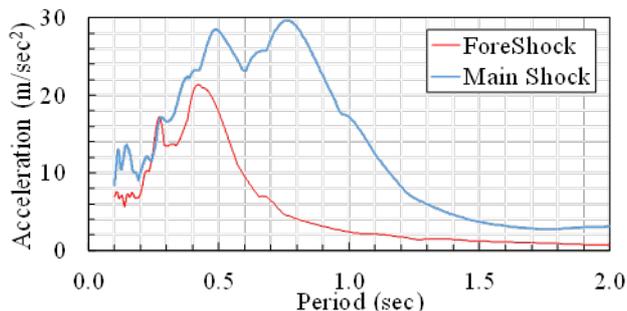


図-5 前震および本震の加速度応答スペクトル

が、本橋の基本的な地震時挙動に着目するため橋脚の塑性化を考慮し、支承は弾性体と仮定した。

入力地震動は、架橋地点に隣接する西原村役場で観測された強震動を用いる。熊本地震では、4月14日の前震および16日の本震の2回の大きな地震が発生している。図-4には、前震および本震で観測された入力地震動の加速度記録の、NS・EW成分をそれぞれ示す。なお、図-5には、これらの加速度応答スペクトル(減衰定数5%)を示す。本研究では、これら2回の地震動を一様入力することで地震応答解析を行った。

4. 大切畑大橋の地震時挙動

橋脚の塑性化を考慮した今回のモデルでは、全体座標系のX軸方向(以下、橋軸(LG)方向とする)には、1次固有周期T1が1.48秒および2次固有周期T2が0.48秒の固有振動モードが出現し、図-6には、上部構造慣性力作用位置および橋脚頂部での絶対応答加速度を示す。前震および本震によらず、橋脚頂部では30m/s²(3G)、上部構造慣性力作用位置でも10m/s²(1G)近い最大加速度応答が発生している。また、0.5秒程度の応答(2次モードの応答)が卓越していることが分かる。これにより、前震によっても大切畑大橋が相当なダメージを受けた事が示唆される。

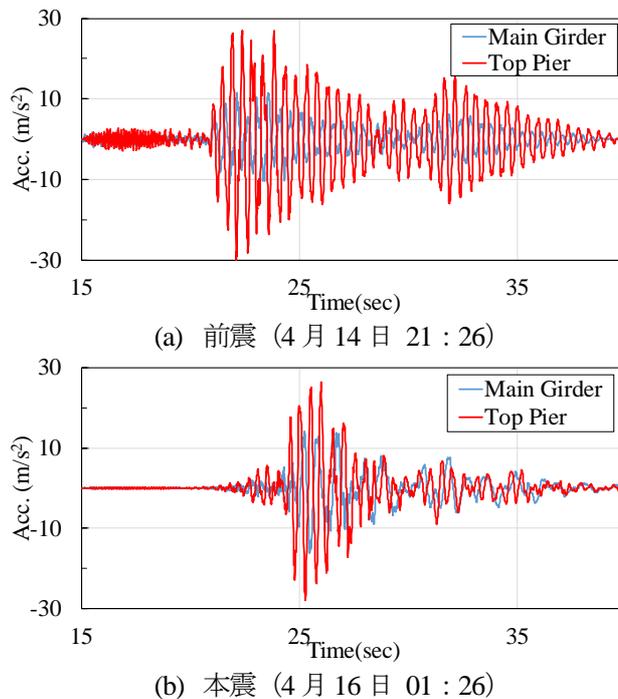


図-6 橋脚頂部と主桁における応答加速度

5. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 2016年4月に発生した熊本地震では、多くの社会インフラに被害が生じており、断層近傍上に架橋された橋梁構造物に被害が発生している。
- 2) 断層に併走する県道28号線沿いに架橋された、大切畑大橋は地震時保有耐力法で設計されているにもかかわらず、落橋寸前の被害が発生している。
- 3) 大切畑大橋は1次固有振動モードの固有周期は約1.5秒と非常に長い、2次固有振動モードの固有周期は0.5秒程度と、通常の橋梁構造物の固有周期となっている。
- 4) 地震応答解析により、前震でも大切畑大橋には3Gなみの地震力が作用しており、相当なダメージが生じた可能性がある。

参考文献

- 1) 「平成28年(2016年)熊本地震について」(第37報)  
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/30a/kaisetsu201604301530.pdf>
- 2) 国土地理院HP,平成28年4月の地殻変動について、別紙8-4平成28年4月16日の熊本県熊本地方の地震(Mj7.3)震源断層モデル(暫定)  
<http://www.gsi.go.jp/common/000140479.pdf>